

УДК

## НОВЫЙ АЛГОРИТМ НАНЕСЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ВОДЯНЫХ ЗНАКОВ ДЛЯ АУТЕНТИФИКАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ВЕКТОРНОГО КВАНТОВАНИЯ

АРЧАНА ТИВАРИ<sup>1</sup>, МАНИША ШАРМА<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Технологический институт Чхатрапати Шиваджи,  
Индия, Дург, 491001

<sup>2</sup>Технологический институт Бхилая,  
Индия, Дург, 491001

**Аннотация.** В статье предложен новый алгоритм нанесения скрытых водяных знаков с использованием метода векторного квантования VQ (vector quantization) для аутентификации содержания изображений. На первом этапе, используя свойства индексов вектора квантованного изображения, с помощью ключа встраивается проверочный защитный водяной знак. На втором этапе, с помощью модифицированного метода индексного ключа МИКВ (modified index key based) встраивается полухрупкий водяной знак. Защитный водяной знак и VQ повышают безопасность системы, обеспечивая ее двойную защиту. Полухрупкий водяной знак используется при аутентификации полученного изображения. Слепое извлечение водяного знака осуществляется независимо в два последовательных этапа, т. е. в порядке нанесения. Кроме того, для количественной классификации случайных или намеренных воздействий, которая в настоящее время не выполняется, предложен метод количественного порога с использованием кластеров соседних пикселей. Существующие методы используют качественный подход к идентификации случайных или преднамеренных воздействий. Скрытность изображения водяного знака в среднем составляет 41 дБ, а также существует возможность обнаружения и определения расположения искажений с очень высокой чувствительностью. Проведено сравнение представленного алгоритма с существующими. Эффективность работы предложенного алгоритма проверена для различных реальных изображений. В сравнении с существующими алгоритмами представленный алгоритм позволяет отличать умышленные искажения от непреднамеренных изменений содержания изображения. При этом разработанный алгоритм позволяет точно локализовать измененные несанкционированным образом области.

**Ключевые слова:** аутентификация изображений; векторное квантование; защитный водяной знак; полухрупкий водяной знак; классификация воздействий; обнаружение несанкционированного доступа; локализация несанкционированных изменений; скрытность; модифицированные индексы

### 1. ВВЕДЕНИЕ

Стремительное развитие цифровых технологий и интернета сделало воспроизведение цифровой информации простым и легким. Среди различных вариантов, изображения являются наиболее распространенным средством передачи сообщений. Таким образом, за-

щита изображений и аутентификация их содержания являются важными задачами.

За несколько последних лет использование цифровых водяных знаков [1–8] рассматривается как наиболее подходящий метод для аутентификации изображений. В зависимости от уровня безопасности методы нанесения водяных знаков с целью аутентификации могут

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Cox, Ingemar J.; Miller, Matt L. Review of watermarking and the importance of perceptual modeling. *Proc. SPIE*. — 1997. — Vol. 3016. — P. 92–99. — DOI : [10.1117/12.274502](https://doi.org/10.1117/12.274502).
2. Miller, Matt L.; Cox, Ingemar J.; Linnartz, Jean-Paul M. G.; Kalker, Ton. A review of watermarking principles and practices. In: *Digital Signal Processing for Multimedia Systems*. — CRC Press, 1999. — P. 461–485 [ed. by K. K. Parhi, T. Nishitami]. — ISBN : 0824719247.
3. Iiyasu, Abdullah M.; Le, Phuc Q.; Dong, Fandy-an; Hirota, Kaoru. Watermarking and authentication of quantum images based on restricted geometric transformations. *Information Sciences*. — Mar. 2012. — Vol. 186, No. 1. — P. 126–149. — DOI : [10.1016/j.ins.2011.09.028](https://doi.org/10.1016/j.ins.2011.09.028).
4. Rosales-Roldan, Luis; Cedillo-Hernandez, Manuel; Nakano-Miyatake, Mariko; Perez-Meana, Hector; Kurkoski, Brian. Watermarking-based image authentication with recovery capability using halftoning technique. *Signal Processing: Image Communication*. — Jan. 2013. — Vol. 28, No. 1. — P. 69–83. — DOI : [10.1016/j.image.2012.11.006](https://doi.org/10.1016/j.image.2012.11.006).
5. Khalil, Mohammed S.; Kurniawan, Fajri; Khan, Muhammad Khurram; Alginahi, Yasser M. Two-layer fragile watermarking method secured with chaotic map for

authentication of digital holy Quran. *The Scientific World Journal*. — 2014. — Vol. 2014. — Article ID 803983. — DOI : [10.1155/2014/803983](https://doi.org/10.1155/2014/803983).

6. Li, Ming; Xiao, Di; Zhang, Yushu. Attack and improvement of the fidelity preserved fragile watermarking of digital images. *Arabian Journal for Science and Engineering*. — Mar. 2016. — Vol. 41, No. 3. — P. 941–950. — DOI : [10.1007/s13369-015-1941-1](https://doi.org/10.1007/s13369-015-1941-1).

7. Lin, Chia-Chen; Huang, Yuehong; Tai, Wei-Liang. A novel hybrid image authentication scheme

based on absolute moment block truncation coding. *Multimedia Tools and Applications*. — 2015. — P. 21–26. — DOI : [10.1007/s11042-015-3059-6](https://doi.org/10.1007/s11042-015-3059-6).

8. Qin, Chuan; Ji, Ping; Wang, Jinwei; Chang, Chin-Chen. Fragile image watermarking scheme based on VQ index sharing and self-embedding. *Multimedia Tools and Applications*. — 2016. — P. 1–21. — DOI : [10.1007/s11042-015-3218-9](https://doi.org/10.1007/s11042-015-3218-9).

9. Lu, Z. M.; Sun, S. H. Digital image watermarking technique based on vector quantisation. *Electron. Lett.* —

Feb. 2000. — Vol. 36, No. 4. — P. 303–305. — DOI : [10.1049/el:20000309](https://doi.org/10.1049/el:20000309).

10. Barreto, P. S. L. M.; Kim, H. Y.; Rijmen, V. Toward secure public-key blockwise fragile authentication watermarking. *IEE Proc. Vision, Image and Signal Process.* — Apr. 2002. — Vol. 149, No. 2. — P. 57–62. — DOI : [10.1049/ip-vis:20020168](https://doi.org/10.1049/ip-vis:20020168).

11. Lu, Zhe-Ming; Xu, Dian-Guo; Sun, Sheng-He. Multipurpose image watermarking algorithm based on multistage vector quantization. *IEEE Trans. Image Processing.* — Jun. 2005. — Vol. 14, No. 6. — P. 822–831. — DOI : [10.1109/TIP.2005.847324](https://doi.org/10.1109/TIP.2005.847324).

12. Chen, Wei-Che; Wang, Ming-Shi. A fuzzy c-means clustering-based fragile watermarking scheme for image authentication. *Expert Systems with Applications.* — Mar. 2009. — Vol. 36, No. 2. — P. 1300–1307. — DOI : [10.1016/j.eswa.2007.11.018](https://doi.org/10.1016/j.eswa.2007.11.018).

13. Maeno, K.; Sun, Qibin; Chang, Shih-Fu; Suto, M. New semi-fragile image authentication watermarking techniques using random bias and nonuniform quantization. *IEEE Trans. Multimedia.* — Feb. 2006. — Vol. 8, No. 1. — P. 32–45. — DOI : [10.1109/TMM.2005.861293](https://doi.org/10.1109/TMM.2005.861293).

14. Lu, Zhe-Ming; Liu, Chun-He; Xu, Dian-Guo; Sun, Sheng-He. Semi-fragile image watermarking method based on index constrained vector quantization. *Electron. Lett.* — Jan. 2003. — Vol. 39, No. 1. — P. 35–36. — DOI : [10.1049/el:20030041](https://doi.org/10.1049/el:20030041).

15. Lin, Ching-Yung; Chang, Shih-Fu. Semifragile watermarking for authenticating JPEG visual content.

*Proc. SPIE.* — 2000. — Vol. 3971. — P. 140–151. — DOI : [10.1117/12.384968](https://doi.org/10.1117/12.384968).

16. Wu, Hsien-Chu; Chang, Chin-Chen. A novel digital image watermarking scheme based on the vector quantization technique. *Computers & Security.* — Sept. 2005. — Vol. 24, No. 6. — P. 460–471. — DOI : [10.1016/j.cose.2005.05.001](https://doi.org/10.1016/j.cose.2005.05.001).

17. Shen, Jau-Ji; Ren, Jia-Min. A robust associative watermarking technique based on vector quantization. *Digital Signal Processing.* — Sept. 2010. — Vol. 20, No. 5. — P. 1408–1423. — DOI : [10.1016/j.dsp.2009.10.015](https://doi.org/10.1016/j.dsp.2009.10.015).

18. Yang, Chun-Wei; Shen, Jau-Jhen. Recover the tampered based on VQ indexing. *Signal Processing.* — Jan. 2010. — Vol. 90, No. 1. — P. 331–343. — DOI : [10.1016/j.sigpro.2009.07.007](https://doi.org/10.1016/j.sigpro.2009.07.007).

19. Chuang, Jun-Chou; Hu, Yu-Chen. An adaptive image authentication scheme for vector quantization compressed image. *Journal of Visual Communication and Image Representation.* — Jul. 2011. — Vol. 22, No. 5. — P. 440–449. — DOI : [10.1016/j.jvcir.2011.03.011](https://doi.org/10.1016/j.jvcir.2011.03.011).

20. Linde, Y.; Buzo, A.; Gray, R. An algorithm for vector quantizer design. *IEEE Trans. Commun.* — Jan. 1980. — Vol. 28, No. 1. — P. 84–95. — DOI : [10.1109/TCOM.1980.1094577](https://doi.org/10.1109/TCOM.1980.1094577).

21. Pan, Jeng-Shyang; Huang, Hsiang-Cheh; Wang, Feng-Hsing. A VQ-based robust multi-watermarking algorithm. In: *Proc. of TENCON*, 28–31 Oct. 2002. — IEEE, 2002. — P. 1719–1726. — DOI : [10.1109/TENCON.2002.1181228](https://doi.org/10.1109/TENCON.2002.1181228).

Поступила в редакцию ? По-сле переработки ?